

Orijinal araştırma (Original article)

Biber hat ve çeşitlerinin *Meloidogyne incognita*'ya karşı dayanıklılığı

Resistance of pepper lines against *Meloidogyne incognita*

Adem ÖZARSLANDAN^{1*} Hasan PINAR² Atilla ATA² Davut KELEŞ²

Summary

Root-knot nematodes (*Meloidogyne* spp. (Nematoda: Meloidogynidae)) are important pests of pepper causing important crop losses. The study was carried out in joint of Biological Control Research Station and Alata Horticultural Research Station from 2010 to 2014. Fifty-seven pepper lines were tested at $25 \pm 2.0^\circ\text{C}$ against *Meloidogyne incognita* (Kofoid & White) Chitwood, populations collected from the pepper fields in Mersin. Results of infection of nematodes were evaluated as gall index 60 days after inoculation. The 27 of the lines were considered resistant with 0-2 gall index and 30 were considered susceptible with 3-5 gall index. The homozygous pepper lines determined to be resistant were tested 3 times using different *M. incognita* populations. The pepper lines resistant for nematodes were crossed with susceptible lines having high yield and fruit quality characteristics. The nematode resistant hybrids 913XH9, 100XH8, N-269X1547 and N269X953-W showed the highest yield performance. These candidate hybrids could be used in root-knot nematode infected agricultural areas.

Keywords: Root knot nematode, *M. incognita*, pepper, resistance

Özet

Kök ur nematodları (*Meloidogyne* spp.) (Nematoda: Meloidogynidae) biberlerde önemli ürün kayıplarına neden olan bir zararlıdır. Bu çalışma 2010-2014 yıllarında Biyolojik Mücadele Araştırma İstasyonu Müdürlüğü ve Alata Bahçe Kültürleri Araştırma İstasyonu Müdürlüğünde yürütülmüştür. Elliye saf biber hattı Mersin ilindeki biber alanlarından alınan *Meloidogyne incognita* (Kofoid & White) Chitwood, popülasyonuna karşı $25 \pm 2.0^\circ\text{C}$ testlenmiştir. Nematod inokulasyonundan 60 gün sonra ur skalasına bakılarak değerlendirme yapılmıştır. Testlenen biber genotiplerinden 27 adeti 0-2, 30 adeti 3-5 ur skalası grubunda yer almıştır. Dayanıklı bulunan hatlar, farklı *M. incognita* popülasyonuna karşı üç kez tekrar test edilmiştir. Dayanıklı hatlar ile hassas olan yüksek verimli hatlar melezlenerek verim değerleri alınmıştır. Bunlardan 913XH9, 100XH8, N-269X1547 ve N269X953-W melez kombinasyonları en yüksek verim performansı göstermişlerdir. Yeni çeşit adayları kök-ur nematodunun ekonomik kayıplara neden olduğu tarım bölgelerinde ticari olarak kullanılabilir.

Anahtar Sözcükler: Kök ur nematodu, *M. incognita*, dayanıklılık, biber

¹ Biyolojik Mücadele Araştırma İstasyonu Müdürlüğü Adana, Türkiye

² Alata Bahçe Kültürleri Araştırma İstasyonu Müdürlüğü Erdemli Mersin, Türkiye

* Sorumlu yazar (Corresponding author) e-mail: ozarslandan2001@yahoo.com

Alınış (Received): 17.09.2014 Kabul ediliş (Accepted): 12.05.2015 Çevrimiçi Yayın Tarihi (Published Online): 11.06.2015

Giriş

Kök ur nematodları (*Meloidogyne* spp.) (Nematoda: Meloidogynidae) dünya genelinde çeşitli ürünlerin en önemli zararlılarından. Türkiye'de *Meloidogyne arenaria* (Neal) Chitwood, *Meloidogyne javanica* (Treb) Chitwood ve *Meloidogyne incognita* (Kofoid & White) Chitwood'nın sebze alanlarında en yaygın ve ekonomik önemli türler olduğu bildirilmiştir (Elekcioğlu et al., 1994; Söğüt & Elekcioğlu, 2000; Özarslan & Elekcioğlu, 2010). Biber yetiştiriciliğinin yapıldığı alanlarda *M. incognita*'nın yaygın olduğu bilinmektedir. *M. incognita* biberde üreyip zarar verirken, *M. javanica* biberde üreyemez ve zarar veremez (Hartman & Sasser, 1985; Peixoto et al., 1997; Özarslan & Elekcioğlu, 2003). Sebze alanlarında kök-ur nematodları ile mücadelede genellikle fumigant etkili nematisitler kullanılmaktadır. Wesemael et al. (2011), bu kimyasalların insan sağlığına ve çevreye zararlı olduğunu bildirilmiştir. Ayrıca, ürün rotasyonu ile konukçusu olmayan ürünlerin ve dayanıklı çeşitlerin kök ur nematodu infeksiyonunu azaltmada etkili olduğunu, fakat bunun başarılı olması için birçok ürünün konukçuluk durumlarının bilinmesinin önemli olduğunu da bildirmişlerdir. Dayanıklı biber hatları *M. incognita*'nın üremesini sınırlayarak kontrol etmektedir. Bundan dolayı dayanıklı hat ve çeşitler, solarizasyon, ürün rotasyonu gibi diğer kontrol önlemleri ile beraber entegre mücadele programlarında kullanılmaktadır (Tzortzakakis et al., 2000).

Biberde allel olmayan farklı nematod dayanıklılık genleri vardır. İlk dayanıklılık geni N geni olarak isimlendirilmiştir. Biber N geninin, *M. arenaria*, *M. incognita* ve *M. javanica*'ya karşı dayanıklılık sağladığını, fakat bu dayanıklılığın etkinliğinin nematod izolatına ve inokulum düzeylerine bağlı olduğunu göstermişlerdir (Thies et al., 2008). N geni ilk defa Mississippi Nemaheart genotipinde tespit edilmiş ve geriye melezleme ile dayanıklılık hassas biber çeşitleri Carolina Wonder ve Charleston Bell'e aktarılmıştır (Thies & Fery, 2002). Bu dayanıklılığın 32°C de bile etkili olduğu ve kırılmadığı saptanmıştır (Thies & Fery, 2002).

Djian-Caporalino et al. (1999, 2001, 2007) yaptığı çalışmada, bağımsız Me dominant genlerini Me1 (PM217-PI 201234), Me3 (PM687-PI 322719) ve Me7 (PM702-Criollo de Morelos 334) olarak tespit etmişlerdir. Bu genler dominant genler olup *M. arenaria*, *M. incognita* ve *M. javanica*'ya karşı dayanıklılık sağlamaktadırlar. Bunlara ek olarak, Mech1 (PM702) ve Mech2 (PM217) genlerinin *M. chitwoodi*'ye karşı dayanıklılık sağladığını tespit edilmiş olup, biberde toplamda dokuz dayanıklılık geninin tespit edildiği (N, Me1, Me2, Me3, Me4, Me5, Me7, Mech1 and Mech2) bildirilmiştir (Hare, 1957; Blevé-Zacheo et al., 1998; Djian-Caporalino et al., 2001; 2007; Wang & Bosland, 2006; Wang et al., 2009).

Biberde nematod dayanıklılığını sağlayan farklı genlere karşı moleküler belirteçler geliştirilmiştir (Djian-Caporalino et al., 2001; 2007; Fazari et al., 2012; Gisbert et al., 2013). Fakat biber genotiplerine ve ilgili dayanıklılık genine göre kullanılan belirteçlerin güvenilirliği değişmekte ve klasik testleme kadar güvenli sonuç vermemektedir.

Bu sebeple, Alata Bahçe Kültürleri Araştırma İstasyonu Müdürlüğü biber ıslah çalışmalarından elde edilen saf hat ve çeşit adaylarının *M. incognita*'ya karşı dayanıklılık durumları klasik testleme ile belirlenmiştir.

Materyal ve Yöntem

Bitki materyalleri, dünya sebze merkezinden (AVRDC, Taiwan) temin edilen ve farklı dayanıklılık genlerini taşıdığı bilinen biber hatları, Yolo Wonder B (H1), California Wonder 300 (TMR) (H2 ve H3), PM 687 (H5), PM 217 (H6), Criollo De morelos 331 ve Carolina Cayenne (H8, H9) ile yüksek verimli nematoda hassas yerli hatlardan oluşmaktadır.

Çalışmada kullanılan biber fideleri, 11 cm çapında ve 500 cm³ hacimlik plastik saksılara dikilmiştir. Bitkilerin yetiştirildiği toprak yapısı; %80 kum, %5 mil ve %15 toprak olacak şekilde hazırlanmış ve deneme öncesi 1 saat 121 °C sıcaklıkta otoklav edilerek dezenfekte edilmiştir. Testlemeler 25±1°C

sıcaklık ve %60±10 nem, 16 saat aydınlık ve 8 saat karanlık koşullarının sağlandığı iklim odasında yürütülmüştür. Bitkilere nematod inokulasyonundan bir hafta önce ve bir hafta sonra gübreleme yapılmamıştır. Diğer dönemlerde rutin dengeli gübreleme yapılmıştır.

Denemelerde kullanılan Kök-ur nematodu (*M. incognita*) üretimi nematoda hassas olduğu bilinen "Poyraz F1" biber çeşidinde yapılmıştır. Kök-ur nematodunun üretildiği bitki köklerinden, stereo binoküler altında yumurta paketleri çıkartılarak geliştirilmiş Baermann-huni yöntemine göre 2. dönem infektif larvalar elde edilmiştir. Denemeler, biber fideleri 2-4 yapraklı dönemde, yaklaşık 15 cm boyuna ulaştıklarında tesadüf parselleri deneme desenine göre 4 tekrarlı olarak kurulmuştur. Biber fidelerinin dört tarafına açılan 2 cm toprak derinliğine her bir saksıya ortalama 1000 adet 2. dönem larva inokulasyonu yapılmıştır.

Denemenin Değerlendirilmesi: Elliye adet biber hat veya çeşidi, kök ur nematodu inokulasyondan 60 gün sonra, kök urlanma oranı üzerinden değerlendirilmiştir. Bitkilerin dayanıklılık veya duyarlılık durumları, kök ur nematodlarının ur ve yumurta oluşturmalarına bağlıdır. Kök ur nematodu bitki köklerinde ur oluşturabilir. Fakat iyi konukçusu olmadığı durumlarda yumurta üretmeyebilir. Bu nedenle, bitki kökleri Hartman & Sasser (1985) tarafından oluşturulan aşağıdaki "0-5 yumurta kesesi ve ur sayısı skalasına" göre değerlendirilmiştir. Değerlendirme sonucuna göre; köklerde 0-2 değerini alan biber bitkileri dayanıklı, 3-5 değerini alan bitkiler ise hassas olarak belirlenmiştir.

- 0: Kökte yumurta kesesi ve ur oluşumu yok
- 1: Kökte 1-2 yumurta kesesi ve ur oluşumu var
- 2: Kökte 3-10 yumurta kesesi ve ur oluşumu var
- 3: Kökte 11-30 yumurta kesesi ve ur oluşumu var
- 4: Kökte 31-100 yumurta kesesi ve ur oluşumu var
- 5: Kökte 100'den fazla yumurta kesesi ve ur oluşumu var

Bitki köklerinde oluşan urlanma değerleri sonuçlarına, SPSS 10.0 (SPSS Inc., Chicago, IL, USA) paket programı kullanılarak varyans analizi yapılmış ve ortalamalar 0.05 önem seviyesinde Duncan testine göre karşılaştırılmıştır. Biber verim değerleri ise LSD testine göre karşılaştırılmıştır.

Dayanıklı biber hatları farklı *M. incognita* popülasyonlarına karşı testlemeleri yapılarak dayanıklılık durumları teyit edilmiştir. Bu çalışma sonuçlarının sağlıklı olması, virüent bir popülasyonu kullanmamak için Mi geni içeren dayanıklı domates çeşitlerine nematod inokulasyonu yapılarak nematodun virüent olup olmadığı kontrol edilmiştir. Dayanıklılık çalışmasında devamlı aynı kültürün kullanılmasından dolayı nematod tembelleşmekte ve hassas biber çeşidini dahi infekte etmemektedir. Bundan dolayı nematod kültürleri yıllık olarak yenilenmiş ve hassas biber çeşidinde üretimi yapılmıştır.

Nematod testlemesi sonucu dayanıklı olarak elde edilen biber hatları ile verimleri iyi olarak belirlenen hatların melezlenmesi sonucu elde edilen melez popülasyonların, 20 Şubat 2013 tarihinde 3 tekerrürlü ve her tekerrürde 25 bitki olacak şekilde araziye dikimleri yapılarak, Haziran 2013 sonuna kadar verim değerleri alınmıştır.

Bulgular ve Tartışma

Bu çalışmada toplam 57 biber hat ve çeşidi testlenmiş olup, bunlardan 27'si dayanıklı 30'u ise hassas olarak tespit edilmiştir (Çizelge 1). Dünya Sebze Merkezi'nden (AVRDC) alınan hatlardan PM 687, PM 217 ve Carolina cayenne, *M. incognita*'ya karşı dayanıklı iken, Yolo Wonder B, California Wonder 300, Criollo De morelos 331 hassas olarak tespit edilmiştir. Geliştirilen saf hatlardan N269, N379, N1023, 398A, N59, N390, 216, N50, N171, 232, 233, 251 ve 205 *M. incognita*'ya dayanıklı olarak tespit

edilmiştir. Dayanıklı bulunan saf hatlar ile yüksek verimli ümitvar hassas biber hatları ile melezleme çalışmaları yapılarak dayanıklılık aktarılmaya çalışılmıştır.

Çizelge 1. *Meloidogyne incognita*'ya karşı biber saf hat ve çeşitlerinin reaksiyonları

Kodu	Ur skala değeri	Kodu	Ur skala değeri	Kodu	Ur skala değeri
H1 (YOLO WONDER B)	4,5±0,29d	398A	0,0±0,00a	15AXH9	0,0±0,00
H2 (CALIFORNIA WONDER 300 (TMR))	5,0±0,00e	253XCM334	0,0±0,00a	253X398A	0,0±0,00
H3 (CALIFORNIA WONDER 300 (TMR))	5,0±0,00e	İNANXH8	0,0±0,00a	İNANXCM334	0,0±0,00a
H5 (PM 687)	0,0±0,00a	448XH8	0,0±0,00a	N50	0,5±0,29b
H6 (PM 217)	0,0±0,00a	448XH9	0,0±0,00a	1787XH8	0,0±0,00a
H8 (CAROLINA CAYENNE)	0,0±0,00a	913XH8	0,0±0,00a	N171	0,0±0,00a
H9 (CAROLINA CAYENNE)	0,0±0,00a	913XH9	2,0±0,20c	232	0,0±0,00a
Criollo De morelos 331	5,0±0,00e	N59	0,0±0,00a	233	0,0±0,00a
N269	0,0±0,00a	N390	1,8±0,25c	251	0,0±0,00a
N379	0,0±0,00a	216	0,0±0,00a	205	0,0±0,00a
N1023	0,0±0,00a	913	5,0±0,00e	x-5-1	5,0±0,00e
N164	4,5±0,29d	253	5,0±0,00e	32	5,0±0,00e
448XH7	5,0±0,00e	15A	5,0±0,00e	765-4-2-B	5,0±0,00e
1787	5,0±0,00e	N 284	5,0±0,00e	N 284	5,0±0,00e
1121A	5,0±0,00e	İNAN	5,0±0,00e	KM7-1	5,0±0,00e
1530-W	5,0±0,00e	36	5,0±0,00e	475-A	5,0±0,00e
953-W	5,0±0,00e	1547	5,0±0,00e	X-5-1	5,0±0,00e
441	5,0±0,00e	İNAN 33-63	5,0±0,00e	761-4	5,0±0,00e
107	5,0±0,00e	284	5,0±0,00e	425	5,0±0,00e

* Aynı sütunda aynı harfleri içeren çeşit ve hatlar Duncan (P<0,05)'a göre birbirinden farklıdır.

Yolo Wonder B, *M. incognita*'ya karşı hassas olarak tespit edilmiştir. Bu elde edilen çalışma sonuçları Fery et al. (1998) ve Thies et al. (2008)'nin yapmış olduğu çalışma ile paralellik göstermektedir. California Wonder hassas olarak tespit edilmiş ve Fery & Dukes (1996)'in yaptıkları çalışma ile paralellik göstermektedir. Thies & Fery (2000) Yolo Wonder B ve California Wonder biber hatlarını *M. incognita*'ya karşı hassas olarak tespit etmişlerdir. PM 217, PM 687 ve Carolina Cayenne *M. incognita*'ya karşı dayanıklılık göstermiştir. Birçok çalışmada da PM 217 ve PM 687 hatlarının *M. incognita*'ya karşı dayanıklı olduğu belirtilmiştir (Bleve-Zacheo et al., 1998; Djian-Caporalino et al., 1999; 2001; 2007). Djian-Caporalino et al. (2001) PM 217, PM 687, CM334 ve Yolo Wonder biber hatlarının kök ur nematodlarına dayanıklı olduğu bildirmiştir. Bu çalışmada Carolina Cayenne genotipinin *M. incognita*'ya karşı dayanıklı olduğu (Fery et al., 1986; Fery & Dukes, 1996) ve Criollo de morelos 331 hattının hassas olduğu teyit edilmiştir. Fakat Criollo de morelos 334 (CM334) hattının bizim şartlarımızda *M. arenaria*, *M. javanica* ve *M. incognita*'ya karşı dayanıklı olduğu görülmüştür (Pegard et al. 2005). Kokalis-Burrelle et al. (2009), yaptıkları çalışmada Carolina Cayenne, Carolina Wonder, Charleston Hot, Charleston Belle ve Mississippi Nemaheart hatlarının denemelerde *M. incognita*'ya karşı dayanıklı; Aristotle, PA-136 ve Caribbean Red Habanero ise hassas olarak tespit etmişlerdir. Carolina Cayenne'nin *M. incognita* ırk-1, 2, 3 ve 4'e (Zamora et al., 1994) ve *M. arenaria*'nın ırk 1 ve 2'sine (Noe, 1992) dayanıklı olduğunu bildirilmiştir. Geliştirilen N269, N379, N1023, 398A, N59, N390, 216, N50, N171, 232, 251 ve 205 no'lu biber saf hatları yukarıda belirtilen dayanıklı biber hatları gibi *M. incognita*'ya karşı dayanıklılık göstermiştir.

Biber bitkisindeki Me ve N genleri, domates bitkisindeki Mi geninin aksine, yüksek sıcaklıkta da Kök ur nematodlarına karşı dayanıklılığın kırılmadığı; bu genlerin kullanımının tropik, sub-tropik ve sıcak ılıman bölgelerinde bir avantaj olduğu bildirilmiştir (Djian-Caporalino et al., 2007; Özarlıdan &

Elekçioğlu, 2003; Thies et al., 2008). Bu nedenle geliştirilen saf hatların dayanıklılığının değişik sıcaklıklarda kırılmaması beklenmektedir.

Çizelge 2. Kök-ur nematodu dayanıklı biber hatları ile yüksek verimli saf hassas hatların melezlenmesi sonucu elde edilen hibritlere (F₁) ait verim değerleri

Genotip	Toplam verim (g/bitki)	Genotip	Toplam verim (g/bitki)	Genotip	Toplam verim (g/bitki)
253XN50	105,8±6,3jl	N-269X32-C	131,5±7,9fg	1787XH-8	83,7±5,0lm
253X398-A	140,6±8,4fh	N-269X36	175,2±10,5de	1787XH9	137,6±8,3fi
253XH-9	141,3±8,5fh	N-269X194	176,2±10,6de	N-269X1121-	140,3±8,4fh
1787XH-8	83,7±5,0lm	N-269X1547	217,8±13,1b	N-269X441	106,7±6,4jl
1787N269	137,6±8,3fi	N-269X407	160,0±9,6dg	N-269X953-W	207,8±12,5bc
İnanXH8	162,0±9,7df	N-269X1121-	139,4±8,4fh	N-269X1530-	149,4±9,0eh
100XH8	231,8±13,9b	N-269X1895	186,5±11,2cd	N-269X32--A	120,8±7,2hk
İnanXH9	72,2±4,3m	N-269X425	134,4±8,1fj	N-269X107	120,8±8,3hk
448XH-8	82,3±4,9lm	N-269X32-B	171,2±10,3de	N-269X475-A	138,1±8,3fi
448XH-9	94,6±5,7km	N-269X32-D	106,5±6,4jl	36XN-269	181,0±10,9cd
1787XN269	108,4±6,5il	N-269X414	149,5±9,0eh	913XH-8	121,0±6,6hk
1787XN50	171,2±10,3de	N-269X32-B	175,5±10,5de	913XH-9	265,6±15,9a
N-269X1780	150,8±9,0eg				

* Aynı sütunda aynı harfleri içeren çeşit ve hatlar LSD (P<0,05)'ye göre birbirinden farksızdır.

Çalışmada 37 adet melez bitkiye ait verim değerleri Çizelge 2'de verilmiştir. Bu çalışmada 913XH9 melezi, 265,6 g/bitki ile en yüksek değeri alırken, İnanXH9 melezi, 72,2 g/bitki ile en düşük değeri almıştır. Diğer 35 melez ise bu iki melezin verimi arasında dağılım göstermiştir (Çizelge 2). Çizelge 2'de verilen ilk bulgulara göre sırasıyla 913XH9, 100XH8, N-269X1547 ve N269X953-W nolu hibritlerden en yüksek verim alınmıştır.



Şekil 1. Saf hat, melez ve çeşitlerdeki kök ur nematodu belirtileri; a ve b 'deki şekillerde, soldaki bitki kökleri nematoda hassas, sağdaki bitki kökleri dayanıklı.

Şekil 1'de görüldüğü gibi Kök ur nematodu dayanıklı saf hat, melez ve çeşitlerde ur oluşturamazken hassas çeşitlerde ur oluşturmuştur. Ancak bu ur oluşumu domatesteki kadar belirgin değildir.

Kök ur nematodları biberde ana zararlı konumunda olup ürün kaybına neden olmaktadır. Bundan dolayı kök ur nematodlar ile mücadele çalışmalarında dayanıklı çeşitlerin, entegre mücadele içerisinde diğer mücadele yöntemleri ile beraber kullanılmaları önerilmektedir. Sadece dayanıklı çeşitler ile mücadele edildiğinde, virü lent popülasyonların gelişme olasılığ ından dolayı, diğer mücadele yöntemleri ile beraber uygulamak dayanıklı çeşidin kullanımını uzatmaktadır.

Teşekkür

"Türkiye F1 Hibrit Sebze Çeşit ve Nitelikli Hat Geliştirme Projesi ve 109G029 nolu KAMAG 1007 projesi kapsamında TÜBİTAK tarafından desteklenmiştir. Finansal destek nedeniyle TÜBİTAK'a, altyapı desteği sağladığı için Gıda, Tarım ve Hayvancılık Bakanlığı'na ve bilimsel danışmanlık katkılar ından dolayı Doç. Dr. Nedim MUTLU, Prof. Dr. İ. Halil ELEKCİOĞLU ve Prof. Dr. Saadet BÜYÜKALACA'ya teşekkür ederiz.

Yararlanılan Kaynaklar

- Bleve-Zacheo, T., M. Bongiovanni, M. T. Melillo & P. Castagnone-Sereno, 1998. The pepper resistance genes Me1 and Me3 induce differential penetration rates and temporal sequences of root cell ultrastructural changes upon nematode infection. *Plant Science*, 133: 79-90.
- Djian-Caporalino, C., L. Pijarowski, A. Fazari, M. Samson, L. Gaveau, C. O'Byrne, V. Lefebvre, C. Caranta, A. Palloix & P. Abad, 2001. High-resolution genetic mapping of the pepper (*Capsicum annuum* L.) resistance loci Me3 and Me4 conferring heat-stable resistance to root-knot nematodes (*Meloidogyne* spp.). *Theoretical and Applied Genetics*, 103: 592-600.
- Djian-Caporalino, C., A. Fazari, M. J. Arguel, T. Vernie, C. Vande Castele, I. Faure, G. Brunoud, L. Pijarowski, A. Palloix, V. Lefebvre & P. Abad, 2007. Root-knot nematode (*Meloidogyne* spp.) Me resistance genes in pepper (*Capsicum annuum* L.) are clustered on the P9 chromosome. *Theoretical and Applied Genetics*, 114: 473-486.
- Djian-Caporalino C., L. Pijarowski, A. Januel, V. Lefebvre, A. Daubeze, A. Palloix, A. Dalmasso & P. Abad, 1999. Spectrum of resistance to root-knot nematodes and inheritance of heat-stable resistance in pepper (*Capsicum annuum* L.). *Theoretical and Applied Genetics*, 99: 496-502.
- Elekciöglü, İ. H., B. Ohnesorge, G. Lung & N. Uygun, 1994. Plant parasitic nematodes in the Mediterranean region of Turkey. *Nematologia Mediterranea*, 22: 59-63.
- Fazari, A., A. Palloix, L. Wang, M. Yan Hua, A. Sage-Palloix, B. Zhang X & C. Djian-Caporalino, 2012. The root-knot nematode resistance N-gene co-localizes in the me-genes cluster on the pepper (*Capsicum annuum* L.) P9 chromosome. *Plant Breeding*, 131 (5): 665-673.
- Fery, R. L., P. D. Dukes & J. A. Thies, 1998. 'Carolina Wonder' and 'Charleston Belle': Southern root-knot nematode resistant bell peppers. *HortScience*, 33: 900-902.
- Fery, R. L. & P. D. Dukes, 1996. The inheritance of resistance to the southern root-knot nematode in 'Carolina Hot' cayenne pepper. *Journal of the American Society of Horticultural Science*, 121:1024-1027.
- Fery, R. L., P. D. Dukes & W. L. Ogle, 1986. 'Carolina Cayenne'pepper. *HortScience*, 21: 330.
- Gisbert, C., C. Trujillo-Moya, P. Sánchez-Torres, A. Sifres, E. Sánchez-Castro & F. Nuez, 2013. Resistance of pepper germplasm to *Meloidogyne incognita*. *Annals of Applied Biology*, 162 (1): 110-118.
- Hare, W. W., 1957. Inheritance of resistance to root-knot nematodes in pepper. *Phytopathology*, 47: 455-459.
- Hartman, K. M. & J. N. Sasser, 1985. "Identification of *Meloidogyne* Species on the Basis of Different Host Test and Perineal Pattern Morphology 69-77". In: *An Advanced Treatise on Meloidogyne*, Vol. 2 (Eds. K. R. Barker, C. C. Carter & J. N. Sasser). Methodology. Raleigh: North Carolina State University Graphics, Raleigh, North Carolina, 223 pp.

- Kokalis-Burelle, N., M. G. Bausher & E. N. Roskopf, 2009. Greenhouse evaluation of *Capsicum* rootstocks for management of *Meloidogyne incognita* on grafted bell pepper. *Nematropica*, 39: 121-132.
- Noe, J. P. 1992. Variability among populations of *Meloidogyne arenaria*. *Journal of Nematology*, 24: 404–414.
- Özarslan, A. & İ. H. Elekcioğlu, 2003. Bazı hıyar, domates ve biber çeşitlerinin kök-ur nematodları (*Meloidogyne javanica* Chitwood, ırk-1 ve *M. incognita* Chitwood, 1949 ırk-2) (Nemata: Heteroderidae)'na karşı dayanıklılıklarının araştırılması. *Türkiye Entomoloji Dergisi*, 27 (4): 279-291.
- Özarslan, A. & İ. H. Elekcioğlu, 2010. Türkiye'nin farklı alanlarından alınan Kök-Ur nematodu türlerinin (*Meloidogyne* spp.) (Nemata: Meloidogynidae) moleküler ve morfolojik tanıma ile belirlenmesi. *Türkiye Entomoloji Dergisi*, 34 (3): 323-335.
- Pegard, A., G. Brizzard, A. Fazari, O. Soucaze, P. Abad & C. Djian- Caporalino, 2005. Histological characterization of resistance to different root-knot nematode species related to phenolics accumulation in *Capsicum annuum*. *Phytopathology*, 95: 158-165.
- Peixoto, J. R., W. R. Maluf & V. P. Campos, 1997. Resistencia de linhagens, híbridos F1 e cultivares de pimentão a *Meloidogyne incognita* (raças 1, 2, 3 e 4) e a *M. javanica*. *Horticultura Brasileira*, 15: 98-103.
- Söğüt, M. A. & İ. H. Elekcioğlu, 2000. Akdeniz Bölgesi'nde sebze alanlarında bulunan *Meloidogyne* Goeldi, 1892 (Nemata: Heteroderidae) türlerinin ırklarının belirlenmesi. *Türkiye Entomoloji Dergisi*, 24 (1): 33-40.
- Thies, J. A. & R. L. Fery, 2000. Characterization of resistance conferred by the N gene to *Meloidogyne arenaria* races 1 and 2, *M. hapla*, and *M. javanica*. *Journal of the American Society of Horticultural Science*, 125: 71-75.
- Thies, J. A. & R. L. Fery, 2002. Heat stability of resistance to southern root-knot nematode in bell pepper genotypes homozygous and heterozygous for the N gene. *Journal of the American Society of Horticultural Science*, 127: 371-375.
- Thies, J. A., D. W. Dickson & R. L. Fery, 2008. Stability of resistance to root-knot nematodes in "Charleston Belle" and "Carolina Wonder" bell peppers in a sub-tropical environment. *HortScience*, 43: 188–190.
- Tzortzakakis, E. A., M. S. Phillips & D. L. Trudgill, 2000. Rotation management of *Meloidogyne javanica* in a small scale greenhouse trial in Crete, Greece. *Nematropica*, 30: 167-175.
- Wang, D. & P. W. Bosland, 2006. The genes of *Capsicum*. *HortScience*, 41: 1169-1187.
- Wang, L. H., X. H. Gu, M. Y. Hua, S. L. Mao, Z. H. Zhang, D. L. Peng, X. F. Yun & B. X. Zhang, 2009. A SCAR marker linked to the N gene for resistance to root knot nematodes (*Meloidogyne* spp.) in pepper (*Capsicum annuum* L.). *Scientia Horticulturae*, 122: 318-322.
- Wesemael, W. M. L., N. Viaene & M. Moens, 2011. Rootknot nematodes (*Meloidogyne* spp.) in Europe. *Nematology*, 13: 3-16.
- Zamora, E., P. W. Bosland & S. Thomas, 1994. 'Carolina Cayenne' as a source of resistance to *Meloidogyne incognita* Races 1, 2, 3, and 4. *HortScience* 29: 1184-1185.